

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-132116

(43)Date of publication of application : 13.05.1994

(51)Int.Cl.

H01F 7/18

(21)Application number : 04-276467

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD

(22)Date of filing : 15.10.1992

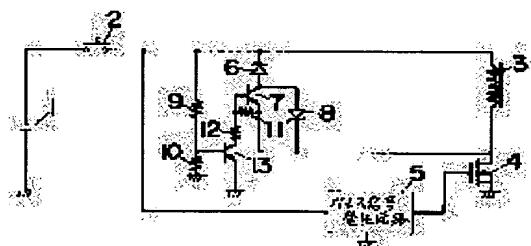
(72)Inventor : NIWA MASAHIKA

## (54) ELECTROMAGNET COIL DRIVING APPARATUS

## (57)Abstract:

PURPOSE: To realize high speed operation of rotor and ease rebound thereof by adequately attenuating a coil current.

CONSTITUTION: While a switch 2 is closed, a pulse signal generating circuit 5 turns off a switching element 4 to keep almost constant a current flowing into a coil 3 by controlling it with a chopper. While the switching element 4 is in the off state, the current flowing into the coil 3 is regenerated by a first regenerating circuit consisting of a transistor 7 and a diode 6. When the switch 2 is opened to remove a power supply voltage, the pulse signal generating circuit 5 stops turning off the switching element 4. Moreover, the transistors 13, 7 turn off setting the first regeneration circuit to the non-conductive state. Cut-off condition of the first regenerating circuit attenuates the coil current. Here, the coil current attenuates more slowly than that in the conventional surge absorbing element by properly selecting a zener voltage  $V_z$  of a zener diode 8 to a small value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

Best Available Copy

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-132116

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 F 7/18

識別記号

庁内整理番号

L 9172-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-276467

(22)出願日 平成4年(1992)10月15日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 丹羽 正久

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

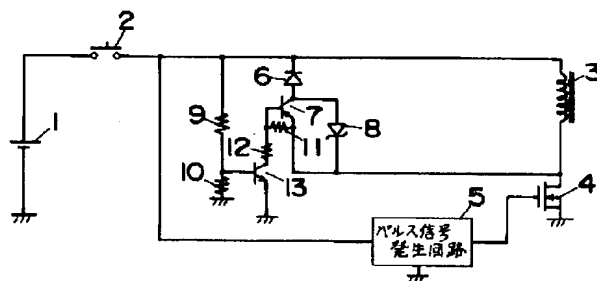
(74)代理人 弁理士 石田 長七 (外2名)

(54)【発明の名称】 電磁石のコイル駆動装置

(57)【要約】

【目的】 コイル電流を適当に減衰させて、可動子の高速化と、リバウンドの軽減を図ること。

【構成】 スイッチ2が閉じている間は、パルス信号発生回路5がスイッチング素子4をオンオフし、コイル3に流れる電流をチョッパ制御してほぼ一定値に保つ。スイッチング素子4がオフしている間は、コイル3に流れる電流はトランジスタ7、ダイオード6からなる第1の回生回路を介して回生する。スイッチ2を開放して電源電圧を除去すると、パルス信号発生回路5が停止し、スイッチング素子4はオフとなる。また、トランジスタ13、7がオフとなり、第1の回生回路は非導通状態となる。第1の回生回路の遮断により、コイル電流は減衰する。ここで、ツェナーダイオード8のツェナー電圧 $V_Z$ を適当に小さく選ぶことで、コイル電流は従来のサージ吸収素子の場合と比べてゆっくりと減衰する。



- 1 直流電源
- 2 スイッチ
- 3 コイル
- 4 スwitching素子
- 5 パルス信号発生回路
- 6 ダイオード
- 7 トランジスタ
- 8 ツェナーダイオード

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電磁石を励磁するコイルと、スイッチング素子のオンオフにより上記コイルに電源電圧を供給する手段と、上記コイルに並列に接続され、電源供給時で上記スイッチング素子がオフ時は導通状態となって電流をコイルに回生させ、電源電圧を除去した後は、瞬時に非導通状態となる回生回路とを備えた電磁石のコイル駆動装置において、所定のツエナー電圧により電源電圧を除去した後にコイルに流れる電流を適当に減衰させるツエナーダイオードを回生回路に対して並列的に設けたことを特徴とする電磁石のコイル駆動装置。

【請求項2】 コイルと並列に接続され、電源電圧を除去した後に導通状態となって、コイルに流れる電流を適宜に減衰させる第2の回生回路を設けたことを特徴とする請求項1記載の電磁石のコイル駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電子回路を利用した電磁石のコイル駆動装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば、電磁接触器の電磁石のコイル駆動装置としては、可動鉄心の吸着時には大電流を流し、吸着後はパルス信号によってチョッパ制御し、吸着保持に必要な消費電力だけをコイルに供給する方法がよく用いられる。図9はこのような回路の例である。スイッチ2が閉じている間は、パルス信号発生回路5から発生される適当なパルスでスイッチング素子4をオンオフし、コイル3に流れる電流  $i_c$  をチョッパ制御してほぼ一定値  $I_0$  に保つ。スイッチング素子4がオフしている間はコイル3に流れる電流  $i_c$  はダイオード6を介して回生する。尚、1は直流電源である。

【0003】 しかしながら、図9の回路では、回生回路がダイオード6のみであるため、スイッチ2を開いて電源電圧を除去したときに、コイル3の電流  $i_c$  はダイオード6を介して流れ続け（図2（b）の②参照）、接点の釈放時間が長くなるという欠点、及び通電時の可動子の位置から無通電時の可動子の位置へ移動する際の可動子のスピードが遅く、直流大電流負荷のときに接点に発生するアークが切りにくいという問題があった。

【0004】 なお、このときの  $di_c/dt$  は、ダイオード6の順方向降下電圧  $V_f$  と、コイル3のインダクタンス  $L$  により次式で与えられる。

$$di_c/dt = -|V_f/L| \dots\dots ①$$

これらの欠点を解決する手段として、例えば、図10に示すような回路方式がある。この方式では、ダイオード6と直列にトランジスタ7が接続されて回生回路を構成しており、スイッチ2を開いて電源電圧を除去すると、トランジスタ7がオフして、この回生回路を非導通状態となる。

【0005】 従って、電流  $i_c$  はサージ吸収素子8を介

して流れ、図2（b）の③のごとく極めて短時間でゼロとなる。このときの  $di_c/dt$  は、サージ吸収素子8のサージ制限電圧  $V_z$  と、コイル3のインダクタンス  $L$  により次式で与えられる。

$$di_c/dt = -|V_z/L| \dots\dots ②$$

電流  $i_c$  の遮断に伴って発生するサージのエネルギーは、サージ吸収素子8に吸収される。

【0006】 また、抵抗9、10によりスイッチ2が閉じている間はトランジスタ7を導通状態とし、スイッチ2が開放するとトランジスタ7を非導通状態となる。この方式によれば、接点の釈放時間を短くでき、且つ可動子のスピードを速くすることができる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように図10に示す回路方式によって、ばね力を変えることなく接点の釈放時間を短くし、また開放時の可動子のスピードを速くすることが可能となった。しかしながら、サージ制限電圧  $V_z$  の大きなサージ吸収素子8を用いて、図2

（b）の③のように、あまりにも短時間にコイル電流  $i_c$  を遮断すると、可動子が速く動くのは良いが、ばねの押し込みも大きいので、ばねの大きな反発力を受けて可動子は大きくリバウンドし、通電時の可動子の位置と無通電時の可動子の位置が近接しているような場合には、電源電圧の除去によって離れた接点が再びつきかねないという問題があった。

【0008】 本発明は上述の点に鑑みて提供したものであって、コイル電流を適当に減衰させて、可動子の高速化と、リバウンドの軽減を図ることを目的とした電磁石のコイル駆動装置を提供するものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、電磁石を励磁するコイルと、スイッチング素子のオンオフにより上記コイルに電源電圧を供給する手段と、上記コイルに並列に接続され、電源供給時で上記スイッチング素子がオフ時は導通状態となって電流をコイルに回生させ、電源電圧を除去した後は、瞬時に非導通状態となる回生回路とを備えた電磁石のコイル駆動装置において、所定のツエナー電圧により電源電圧を除去した後にコイルに流れる電流を適当に減衰させるツエナーダイオードを回生回路に対して並列的に設けたものである。

【0010】 また、請求項2においては、コイルと並列に接続され、電源電圧を除去した後に導通状態となって、コイルに流れる電流を適宜に減衰させる第2の回生回路を設けたものである。

## 【0011】

【作用】 本発明によれば、適当なツエナー電圧を有するツエナーダイオードを用いることで、コイル電流を適当に減衰させることができ、可動子を高速かつ少ないリバウンドで電源電圧がかかっているときの位置から電源電圧を除去したときの位置に移動させることができる。

【0012】また、請求項2においては、コイルと並列に接続され、電源電圧を除去した後に導通状態となつて、コイルに流れる電流を適宜に減衰させる第2の回生回路を設けたものであるから、コイル電流を減衰させる際、まず、第1の回生回路を遮断し、減衰率の大きい側から減衰率の小さい第2の回生回路により回生電流路を切り換えるために、可動子を高速かつ少ないリバウンドで電源電圧がかかっているときの位置から電源電圧を除去したときの位置に移動させることができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1に具体回路図を示す。図中1～8は図9、図10の場合と同様であり、サージ吸収素子としてツエナーダイオード8を用いている。9～12は抵抗、13はトランジスタであるが、抵抗9～12、トランジスタ13は、スイッチ2が閉じている間は、トランジスタ7を導通状態とし、スイッチ2が開放するとトランジスタ7を非導通状態とするので、本質的に図10の抵抗9、10と同じ働きをする。

【0014】次に、図1の回路構成での動作を、図2(a)及び図2(b)の①により説明する。スイッチ2が閉じている間は、パルス信号発生回路5が可動鉄心吸着用の大きなパルスに続いて、吸着保持用のパルスを発生してスイッチング素子4をオンオフし、コイル3に流れる電流 $i_c$ をチョッパ制御して、ほぼ一定値 $I_0$ に保つ。

【0015】スイッチング素子4がオフしている間は、コイル3に流れる電流 $i_c$ はトランジスタ7、ダイオード6からなる第1の回生回路を介して回生する。時刻 $t_0$ にスイッチ2を開放して電源電圧を除去すると、パルス信号発生回路5が停止し、スイッチング素子4はオフとなる。また、トランジスタ13がオフとなって、従って、トランジスタ7もオフとなり、第1の回生回路は非導通状態となる。第1の回生回路の遮断により、コイル電流 $i_c$ は②式で与えられるように減衰する。

【0016】ここで、ツエナーダイオード8のツエナー電圧 $V_z$ を適当に小さく選ぶことで、コイル電流 $i_c$ は図2(b)の①に示すように、③の場合よりはゆっくりと減衰することになる。図3は、可動子のストロークが1mmのある電磁石装置で、ツエナーダイオード8のツエナー電圧を変化させた場合の可動子のスピードとリバウンドを示している。図3に示すように、適当にツエナー電圧を選択することで、高速を維持しつつ、リバウンドを軽減することがわかる。

【0017】また、本発明は、電磁接触器を例として説明してきたが、電磁接触器に限らず、可動子が電磁力とばね力によって支配される電磁石装置一般についても適用できるものである。

(実施例2) 図4に実施例2を示す。本実施例は、図10に示す回路方式と同様の働きをする第1の回生回路と

サージ吸収素子の他に、第1の回生回路の遮断後に適当なタイミングまたは抵抗値の変化をもって導通状態となる第2の回生回路を設けたものである。

【0018】本実施例では、図4に示すように、MOSトランジスタ14及びダイオード15とで第2の回生回路を構成している。16、19は抵抗、17はコンデンサ、18はダイオードであつて、抵抗16、19、コンデンサ17及びダイオード18により、MOSトランジスタ14を導通状態とするためのタイミング回路を構成している。

【0019】次に、図4の回路構成での動作を、図5(a)及び図5(b)の①により説明する。なお、図5は図2と同様の波形図を示している。スイッチ2が閉じている間は、パルス信号発生回路5が可動鉄心吸着用の大きなパルスに続いて、吸着保持用のパルスを発生してスイッチング素子4をオンオフし、コイル3に流れる電流 $i_c$ をチョッパ制御して、ほぼ一定値 $I_0$ に保つ。

【0020】スイッチング素子4がオフしている間は、コイル3に流れる電流 $i_c$ はトランジスタ7、ダイオード6からなる第1の回生回路を介して回生する。時刻 $t_0$ にスイッチ2を開放して電源電圧を除去すると、パルス信号発生回路5が停止し、スイッチング素子4はオフとなる。また、トランジスタ13がオフとなって、従って、トランジスタ7もオフとなり、第1の回生回路は非導通状態となる。第1の回生回路の遮断により、コイル電流 $i_c$ は②式で与えられるように減衰しはじめる。

【0021】一方、第1の回生回路の遮断により、サージ吸収素子8のサージ制限電圧 $V_z$ にはほぼ等しい電圧のサージがコイル3の両端にかかるので、このサージによりコンデンサ17が充電される。コンデンサ17は、ダイオード18、抵抗19によって時刻 $t_0$ にサージ電圧がかかるまでは、電荷が蓄積されておらず、充電の時間定数はコンデンサ17の容量値と抵抗18の抵抗値の積で決まる。

【0022】そうして、コンデンサ17の電圧がMOSトランジスタ14のしきい値に達した時刻 $t_1$ にMOSトランジスタ14が導通状態となり、以後、電流 $i_c$ は第2の回生回路を介して回生するようになる。従って、電流 $i_c$ はほぼ①式で与えられるようにゆっくりと減衰することになる。

【0023】図6は、可動子のストロークが1mmのある電磁石装置で、コンデンサ17の容量値を一定として抵抗16の抵抗値を変化させた場合の可動子のスピードとリバウンドを示している。適当に抵抗16の抵抗値、コンデンサ17の容量値を選択することで、高速を維持しつつ、リバウンドを軽減できることがわかる。このように、本実施例では、コイル電流を減衰させる際、まず第1の回生回路を遮断し、減衰率の大きいサージ吸収素子から減衰率の小さい第2の回生回路に適当なタイミング又は抵抗値の変化により回生電流路を切り換えるため

10

20

30

40

50

に、可動子を高速かつ少ないリバウンドで、電源電圧がかかっているときに位置から電源電圧を除去したときの位置に移動させることができるものである。

【0024】（実施例 3、4）図 7 及び図 8 は実施例 3、4 を示し、図 7 及び図 8 において、図 4 と同じ番号は原則的に上記実施例と同じ働きをする。図 7 の実施例では、交流電源 21 を用いており、22 はダイオードブリッジ、23 は平滑用のコンデンサである。このように、本発明は、電源の種類を問わないものである。

【0025】また、第 2 の再生回路では、スイッチング素子 14 として、サイリスタを用いている。図 8 の実施例では、スイッチング素子 14 としてトランジスタを用いており、抵抗 16、19、20 の抵抗値、コンデンサ 17 の容量値によってトランジスタ 14 は、スイッチング素子ともなるし、第 2 の再生回路の抵抗値を可変的に小さくする素子ともなる。

【0026】他にも、スイッチング素子 14 として、フォトカプラ、SSR、トライアック、IGBT などでも良い。このように、本発明は、素子 14 の種類を問わないものである。また、図 7 の実施例では、素子 14 を PUT 24、抵抗 25～27 を用いて駆動している。このように本発明は、素子 14 を駆動させる手段も問わない。

【0027】尚、上述したように、本発明は、電磁接触器を例として説明してきたが、電磁接触器に限らず、可動子が電磁力とばね力によって支配される電磁石装置一般についても適用できるものである。

【0028】

【発明の効果】本発明は上述のように、電磁石を励磁するコイルと、スイッチング素子のオンオフにより上記コイルに電源電圧を供給する手段と、上記コイルに並列に接続され、電源供給時で上記スイッチング素子がオフ時は導通状態となって電流をコイルに再生させ、電源電圧を除去した後は、瞬時に非導通状態となる再生回路とを備えた電磁石のコイル駆動装置において、所定のツエナー電圧により電源電圧を除去した後にコイルに流れる電流を適当に減衰させるツエナーダイオードを再生回路に対して並列的に設けたものであるから、適当なツエナー

電圧を有するツエナーダイオードを用いることで、コイル電流を適当に減衰させることができ、可動子を高速かつ少ないリバウンドで電源電圧がかかっているときの位置から電源電圧を除去したときの位置に移動させることができる効果を奏するものである。

【0029】また、請求項 2 においては、コイルと並列に接続され、電源電圧を除去した後に導通状態となつて、コイルに流れる電流を適宜に減衰させる第 2 の再生回路を設けたものであるから、コイル電流を減衰させる際、まず、第 1 の再生回路を遮断し、減衰率の大きい側から減衰率の小さい第 2 の再生回路により再生電流路を切り換えるために、可動子を高速かつ少ないリバウンドで電源電圧がかかっているときの位置から電源電圧を除去したときの位置に移動させることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例の回路図である。

【図 2】同上の動作説明図である。

【図 3】同上のツエナーダイオードのツエナー電圧を変化させた場合の可動子のスピードとリバウンドとの関係を示す特性図である。

【図 4】同上の実施例 2 の回路図である。

【図 5】同上の動作説明図である。

【図 6】同上の抵抗 16 の抵抗値を可変させた場合の可動子のスピードとリバウンドとの関係を示す特性図である。

【図 7】同上の実施例 3 の回路図である。

【図 8】同上の実施例 4 の回路図である。

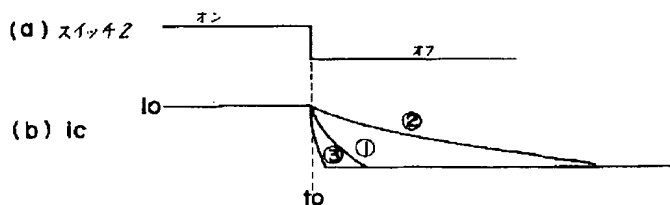
【図 9】従来例の回路図である。

【図 10】他の従来例の回路図である。

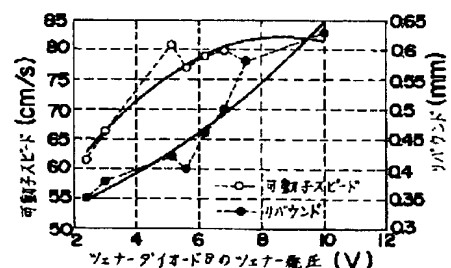
【符号の説明】

- 1 直流電源 2 スイッチ
- 3 コイル
- 4 スwitching 素子
- 5 パルス信号発生回路
- 6 ダイオード
- 7 トランジスタ
- 8 ツエナーダイオード

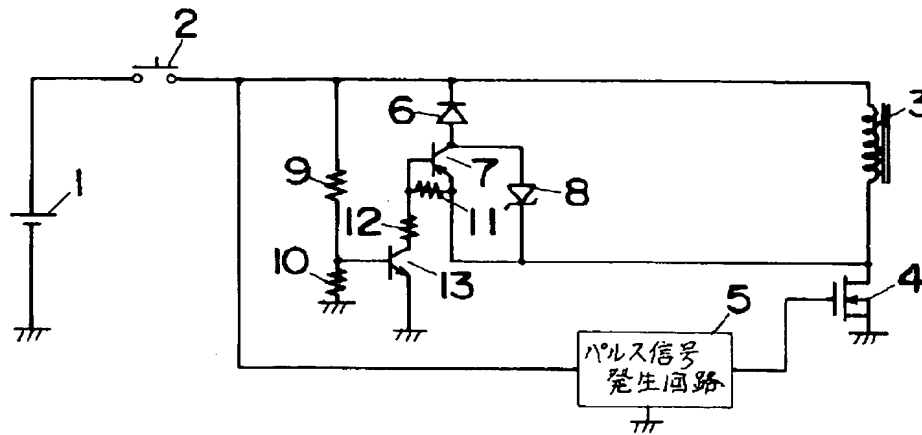
【図 2】



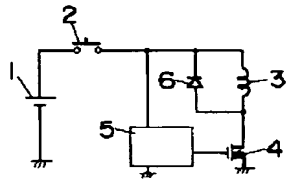
【図 3】



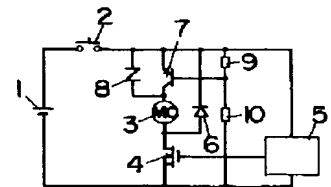
【図1】



【図9】

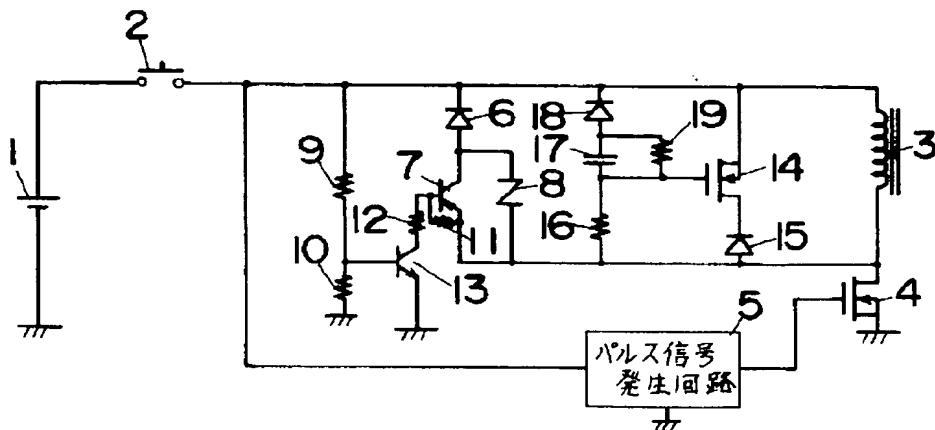


【図10】

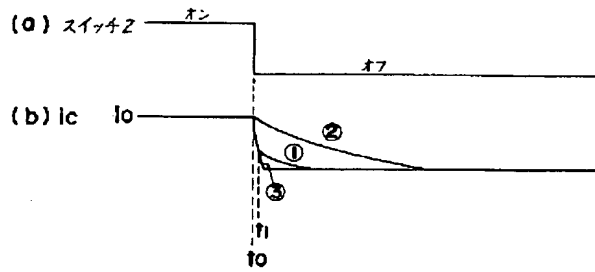


- 1 直流電源
- 2 スイッチ
- 3 コイル
- 4 スイッチング素子
- 5 パルス信号発生回路
- 6 ダイオード
- 7 トランジスタ
- 8 ツェナーダイオード

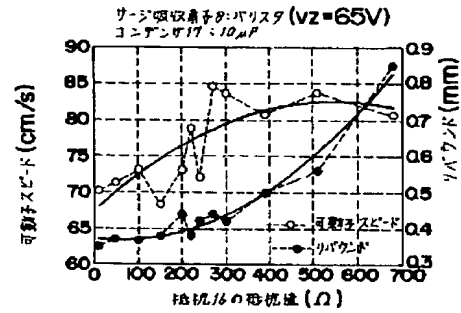
【図4】



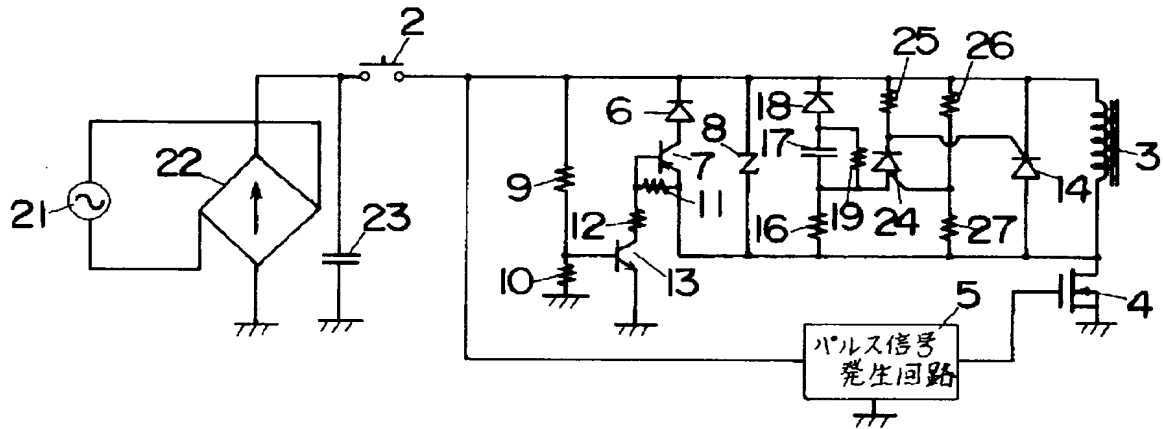
【図5】



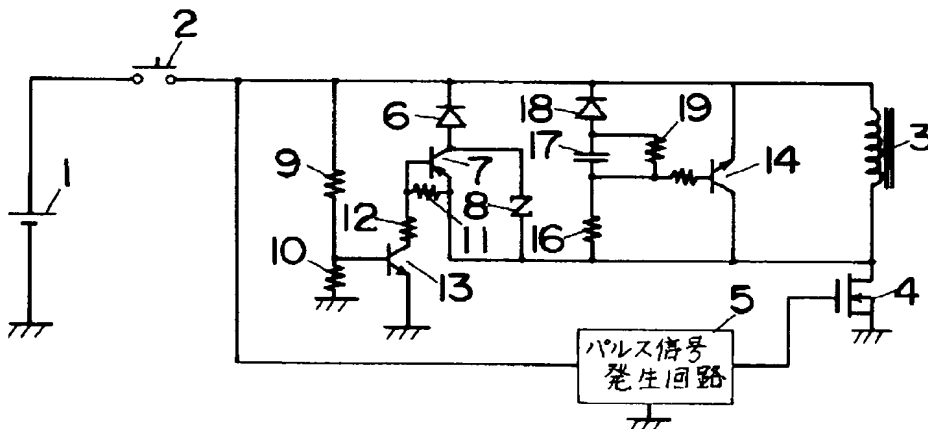
【図6】



【図7】



【図8】





## 【手続補正書】

【提出日】平成5年1月18日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】一方、第1の回生回路の遮断により、サー

ジ吸収素子8のサージ制限電圧 $V_z$ にほぼ等しい電圧のサージがコイル3の両端にかかるので、このサージによりコンデンサ17が充電される。コンデンサ17は、ダイオード18、抵抗19によって時刻 $t_0$ にサージ電圧がかかるまでは、電荷が蓄積されておらず、充電の時定数はコンデンサ17の容量値と抵抗16の抵抗値の積で決まる。